CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

COMPRESSORES E ESTAÇÕES DE ENCHIMENTO

VERSÃO 2013

COMITÉ TÉCNICO DO MERGULHO RECREATIVO

ÍNDICE

MÓDULO CT1 **-** Aspetos relativos ao funcionamento do curso

MÓDULO CT2 **–** A teoria da compressão

MÓDULO CT3 – Compressores de três estágios

MÓDULO CT4 – Condensados e filtragem

MÓDULO CT5 – Instalação dos compressores

MÓDULO CT6 – Estações de enchimento

PRÓLOGO

O Curso de especialização de Compressores e Estações de Enchimento é um curso aberto a todos os que queiram ter uma ideia de como se pode comprimir gases, neste caso o ar, a pressões elevadas, podendo pois ser frequentado por mergulhadores ou não mergulhadores.

No que respeita aos mergulhadores todos aqueles que forem considerados aptos após a frequência deste Curso de Especialização serão dispensados da frequência do Módulo 3T6 do Curso de CMAS P3, no qual são abordadas mais superficialmente as matérias deste curso.

Não tem este manual a pretensão de ensinar ao pormenor a teoria da compressão dos gases nem a construção e os detalhes de funcionamento dum compressor de ar igual aos que se utilizam para carregar as garrafas de mergulho ou outras.

Pretende-se no entanto que o aluno ao terminar este Curso tenha uma ideia suficientemente precisa de como se consegue armazenar o ar nas suas garrafas em quantidade tal que lhe permite uma certa autonomia nas suas incursões subaquáticas, dando-lhe a conhecer na generalidade como funciona um compressor, quais os cuidados a ter na instalação duma estação de enchimento, durante o enchimento das garrafas, etc., etc.

Este Curso será, se possível, complementado com uma parte prática onde o aluno deverá contactar com o material e com os procedimentos de enchimento duma garrafa de mergulho.

COMITÉ TÉCNICO DO MERGULHO RECREATIVO

INSTRUÇÕES PARA O ALUNO

1. Ler o manual antes da sessão teórica

2. Separar os questionários das lições lidas , escrever neles as respostas corretas e os dados pessoais indicados.

3. Ao chegar à aula para assistir à lição teórica entregar ao instrutor os questionário, devidamente preenchidos.

4. Participar no diálogo com o instrutor, pedindo esclarecimentos sobre quaisquer dúvidas relacionadas com a matéria lecionada.

5. Realizar o teste que lhe for apresentado no final da sessão, devolvendo-o devidamente preenchido ao instrutor.

MÓDULO C T1

ASPETOS RELATIVOS AO FUNCIONAMENTO DO CURSO

- Apresentação
- detalhes administrativos relativos ao horário, locais das aulas, documentação e, manuais a utilizar, etc..
- objetivos do Curso e da organização Escola/Clube
- finalidade do programa de treino e a sua integração no Sistema Nacional de Qualificação de Mergulhadores (Legislação Nacional).

OBJETIVOS

No final deste módulo o aluno deve saber:

- *conhecer os vários aspetos relativos ao funcionamento do curso*
- *conhecer os objetivos do curso*
- *a organização da Escola e sua integração a nível nacional*
- *quais os documentos que lhe são atribuídos no final do Curso*
- *a necessidade desta qualificação para poder progredir na Carreira de Mergulhador*

APRESENTAÇÃO

A finalidade deste curso é ensinar ao mergulhador as generalidades sobre a compressão do ar que ele respira e transporta na sua garrafa de mergulho.

Ao terminar este curso teremos mais um mergulhador conhecedor duma nova técnica que nada tem a ver com o ato do mergulho em si, mas que responderá a muitas perguntas que ele formula entre as quais, como é possível armazenar o ar que transporta na garrafa, como é que aquela máquina tão barulhenta consegue meter tanto ar na garrafa, porque é que devo tomar determinadas precauções durante o enchimento das garrafas, etc., etc..

ORGANIZAÇÃO DESPORTIVA DO MERGULHO

A Escola que vais frequentar está devidamente reconhecida e legalizada pela CMAS PORTUGAL para poder ministrar os Cursos de Especialização cumprindo os conteúdos programáticos mínimos, definidos pela Comité Técnico do Mergulho Recreativo.

O curso que vais frequentar dado ser um curso de conhecimentos gerais sobre uma matéria que nada tem a ver com o ato do mergulho em si, pode ser frequentado por qualquer indivíduo que tenha interesse em adquirir estes ensinamentos.

Se estiveres filiado na FPAS, no final deste Curso ser-te-á atribuído o Diploma da Especialidade "Compressores e Estações de Enchimento" e o respetivo cartão, sendo averbada na tua Caderneta de Qualificação a respetiva qualificação. Caso não sejas filiado ser-te-á atribuído apenas o Diploma que comprovará a tua aprovação no curso.

Esta especialidade não é fundamental para que possas ingressar no Curso de Mergulho **CMAS P3**, porquanto neste curso irás encontrar um módulo com a mesma denominação que te irá falar resumidamente sobre este assunto, mas se a possuíres ficarás dispensado da sua frequência e, obviamente, adquirirás um maior número de conhecimentos que contribuirão para a tua formação técnica.

MÓDULO C T2

A TEORIA DA COMPRESSÃO

- generalidades
- a teoria elementar da compressão; compressão isotérmica e compressão adiabática
- compressão estágio único, compressão estágio múltiplo

OBJETIVOS

No final deste módulo o aluno deve saber:

- *quais as classes de compressores de acordo com a pressão atingida*
- *quais os tipos de compressores de acordo com o seu princípio de funcionamento*
- *o que é uma compressão isotérmica*
- *o que é uma compressão adiabática*
- *relacionar estes tipos de compressão com o número de estágios (andares) dum compressor*
- *como se consegue arrefecer o ar entre os vários estágios dum compressor*

GENERALIDADES

Entende-se por compressão de ar forçar uma maior quantidade de partículas a ocupar um espaço mais reduzido e confinado por uma parede física (a garrafa de mergulho), resultado que se obtém através da utilização de equipamentos apropriados designados por **compressores**.

Os compressores dividem-se em várias classes de acordo com a pressão atingida. Assim temos:

- Ventiladores — pressão até 1bar
- Sopradores — pressão até 2bar
- Compressores propriamente ditos — pressão até 200/500bar

Podemos ainda definir os compressores segundo o seu princípio de funcionamento. Assim temos:

- compressores de parafuso
- turbo compressores axiais
- turbo compressores radiais (turbinas)
- compressores de êmbolo

Quanto ao seu porte, que está diretamente relacionado com o débito, encontramos os portáteis, com débitos dos 60 aos 190 l/min e os fixos, com débitos dos 190/1480 l/min, com motores de 1,5 KW a 45 KW ou mais.

TEORIA ELEMENTAR DA COMPRESSÃO

O facto de comprimirmos ar, traduz-se no aumento do número de moléculas dos gases seus constituintes, contidas no mesmo espaço, do que resulta uma libertação de energia sob a forma de calor.

A teoria da compressão dos gases baseia-se na lei de **Boyle** e **Mariotte**

$$P1 \times V1 = P2 \times V2 \qquad \text{(pressão absoluta)}$$

e na lei de**Charles** e **Gay Lussac.**

$$P1 \times T2 = P2 \times T1 \qquad \text{(temperatura absoluta)}$$

donde resulta a **Lei Geral dos Gases**

$$\frac{P1 \times V1}{T1} = \frac{P2 \times V2}{T2}$$

A compressão pode ser **isotérmica** ou **adiabática**.

Na compressão isotérmica o calor produzido durante o ciclo de compressão é dissipado e, portanto, a temperatura inicial e final são idênticas. Isto só é possível se o ciclo de compressão for lento.

Na compressão adiabática o calor produzido durante o ciclo de compressão não é dissipado e, portanto, a diferença de temperatura inicial e final é grande.

Na prática o processo de compressão utilizado pelos compressores de enchimento das garrafas de mergulho identifica-se com o processo isotérmico pois é mais lento e dissipa grande quantidade do calor produzido

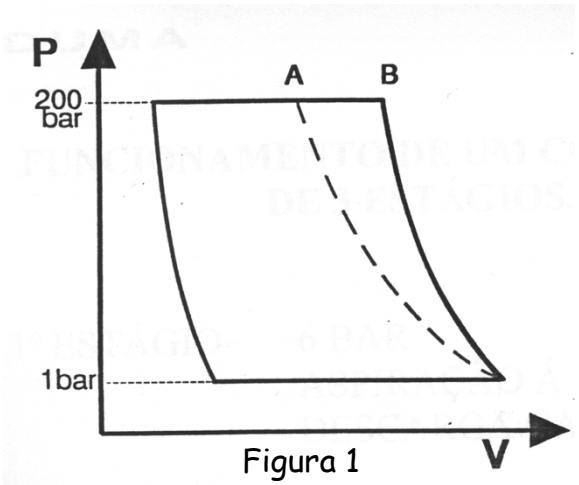


Figura 1

Na figura 1 podemos verificar graficamente a diferença de volumes no final da compressão isotérmica **ponto A** e da compressão adiabática **ponto B**

Este processo é o que se verifica nos compressores de **um estágio (andar) único de compressão**.

Quando o ar é arrefecido após uma compressão adiabática diminui de volume e, quanto mais se aproximar da compressão isotérmica menor será a diferença entre o volume teórico e o conseguido na prática, como se pode ver na figura 2.

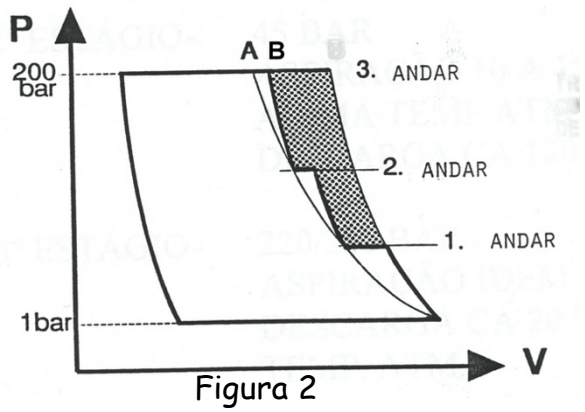


Figura 2

Este processo é o que se verifica nos compressores de **estágios (andares) múltiplos de compressão**, que se traduz num maior rendimento do trabalho efetuado.

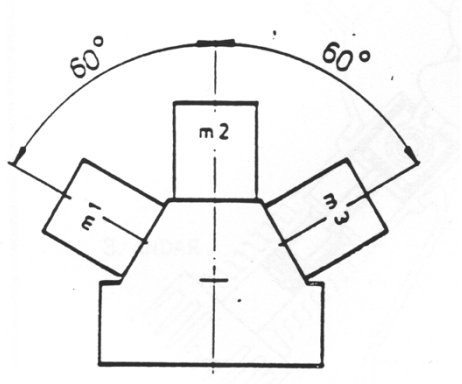


Figura 3

Os compressores de estágios múltiplos podem ser de três, quatro ou cinco andares de compressão sendo os mais utilizados para o enchimento das garrafas de mergulho os de três andares.

O arrefecimento do ar entre cada andar de compressão obtém-se fazendo-o passar através de serpentinas de arrefecimento (vulgo refrigeradores) situadas após cada cilindro que são refrigeradas pela passagem do ar soprado por uma ventoinha ou ventilador.

Genericamente num compressor de três andares (figura 3), verificam-se os seguintes valores de pressão e temperatura:

1º Andar

- pressão de saída **6 bar**
- aspiração do ar à temperatura atmosférica
- descarga do ar à temperatura de 120º C

2º Andar

- pressão de saída **45 bar**
- aspiração do ar 10 a 15º C acima da temperatura atmosférica
- descarga do ar à temperatura de 120º

3º Andar

- pressão de saída **220/330 bar**
- aspiração do ar 10 a 15º C acima da temperatura atmosférica
- descarga do ar 20º C acima da temperatura atmosférica

QUESTIONÁRIO

(Envolva com um circunferência as respostas certas)

1º) De acordo com o seu princípio de funcionamento os compressores podem ser:

a) Compressores radiais
b) Compressores de ciclo fechado
c) Compressores de dupla expansão
d) Compressores de êmbolo

2º) A teoria da compressão dos gases baseia-se nas leis de:

a) Henry
b) Charles e Gay Lussac
c) Dalton
d) Boyle e Mariotte

3º) Os compressores utilizados no enchimento das garrafas de mergulho mais utilizados são os de:

e) um andar de compressão
f) três andares de compressão
g) quatro andares de compressão
h) cinco andares de compressão

4º) Nos compressores de estágios (andares) múltiplos consegue-se obter um maior rendimento do trabalho efetuado.

a) verdadeiro
b) falso

MÓDULO C T3

COMPRESSORES DE TRÊS ESTÁGIOS

- componentes de um compressor de três estágios
- o pistão; pistão normal, pistão flutuante, lubrificação
- as válvulas; admissão, descarga, segurança, retenção e enchimento
- finalidade e princípio de funcionamento das válvulas

OBJETIVOS

No final deste módulo o aluno deve saber:

- *como se obtém a compressão do ar dentro de um cilindro*
- *quanto menor for o volume de ar comprimido maior é a pressão obtida no final da compressão*
- *como é que o pistão flutuante é movimentado*
- *quais os tipos de lubrificação que se utilizam num compressor*
- *cuidados a ter para uma lubrificação eficiente*
- *quais os tipos de válvulas existentes num compressor e qual a sua finalidade*

O PISTÃO

O princípio da compressão do ar, parte do conceito de pressão como resultante da força que atua sobre uma determinada superfície.

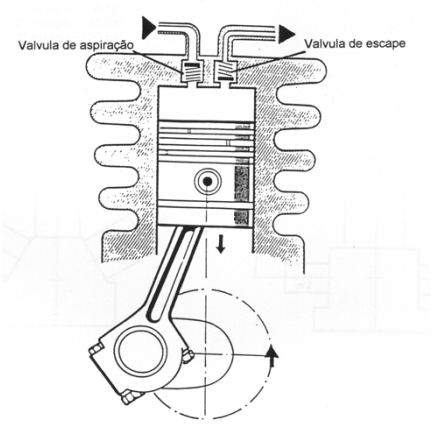


Figura 4

Esta compressão é obtida pelo movimento alternado de um pistão dentro de um cilindro resultante do movimento giratório de um veio, pela ação duma biela (figura 4),

QUANTO MAIOR FOR O VOLUME DE AR QUE O PISTÃO COMPRIME, MENOR É A PRESSÃO MÁXIMA CONSEGUIDA.

Por tal motivo nos compressores de andares múltiplos o volume do primeiro cilindro é o maior e a compressão atingida é a menor. Nos cilindros seguintes o volume será gradualmente menor que o anterior, e a pressão atingida cada vez maior.

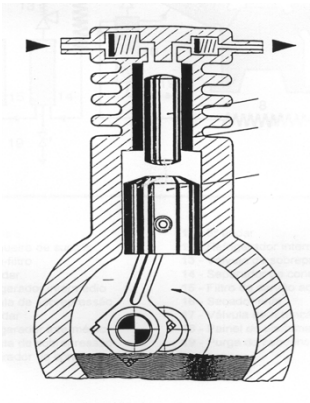


Figura 5

Como atrás foi referido o volume de cada cilindro vai-se reduzindo, sendo essa redução obtida à custa da diminuição do diâmetro do pistão.

Como o diâmetro do pistão do último andar de compressão é de tal maneira pequeno que se torna impossível fixá-lo a uma biela, adotou-se uma solução que consiste na utilização de um **pistão flutuante** (figura 5) que assenta na cabeça dum pistão cujas dimensões possibilitam ligá-lo, tal como os outros, a uma biela.

É devido à existência deste pistão flutuante que quando um compressor arranca se ouve um barulho "de metal contra metal" que vai diminuindo progressivamente até cessar.

Isto acontece enquanto a pressão na câmara de compressão não é suficiente para obrigar o pistão flutuante a ficar encostado à cabeça do pistão que é acionado pela biela e passarem então a moverem-se como um todo.

O pistão flutuante e a camisa (cilindro) formam um conjunto de elevada precisão, sendo maquinados emparelhados para garantir um perfeito sistema de vedação e lubrificação, isto significa que em caso de desgaste o conjunto pistão/camisa tem que ser substituído.

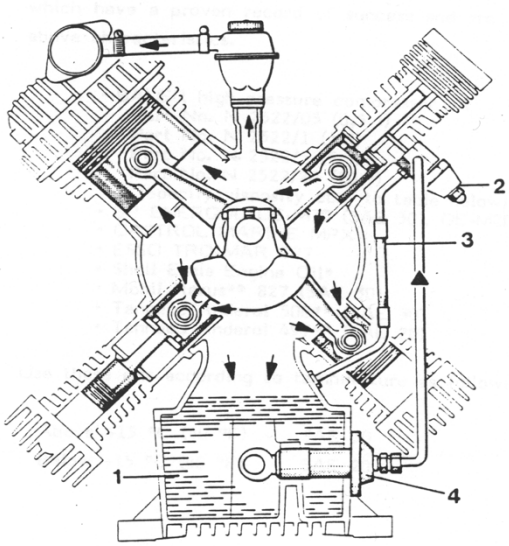


Figura 6

Enquanto que a lubrificação dos pistões dos andares anteriores (figura 6), é feita por chapinhagem e vaporização e a passagem do ar da câmara de compressão para o reservatório do óleo de lubrificação (1) é impedida pela ação dos segmentos contra as paredes dos cilindros, neste último andar, a lubrificação deste pistão é extremamente rigorosa, pois é ela que também evita a passagem do ar da câmara de compressão para o referido reservatório. Neste caso a lubrificação é feita por um sistema de injeção (2) comandado por uma bomba de injeção (4), situada no reservatório do óleo (1), cuja pressão é regulada de maneira a não passar óleo para a câmara onde o ar é comprimido pelo pistão. O óleo em excesso é recuperado para o reservatório através dum tubo de purga (3).

COMO QUALQUER MÁQUINA ROTATIVA A LUBRIFICAÇÃO É UM DOS FATORES MAIS IMPORTANTES PARA A SUA CONSERVAÇÃO, PELO QUE SE DEVERÁ PROCEDER PERIODICAMENTE À VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DO ÓLEO PARA ACERTO SE NECESSÁRIO.

O TIPO DE ÓLEO A UTILIZAR E A PERIODICIDADE DA SUA MUDANÇA DEVEM RESPEITAR AS INSTRUÇÕES DO FABRICANTE PARA EQUIPAMENTOS DE AR RESPIRÁVEL.

AS VÁLVULAS

Em cada cilindro a admissão do ar é feita através duma **válvula de admissão** e a saída através duma **válvula de descarga** cada uma delas calibrada para a pressão de funcionamento do andar respetivo.

Na figura 7 mostra-se a sequência de funcionamento de um pistão nas fases de aspiração e compressão do pistão e da abertura e fecho das respetivas válvulas de admissão e de descarga.

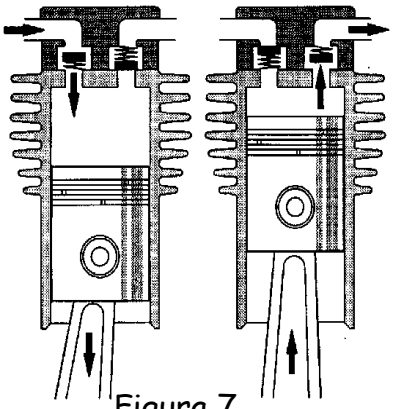


Figura 7

A **válvula de admissão** (figura 8) funciona baseada na ação duma mola que impede a entrada do ar enquanto não for criada uma depressão no interior da câmara de compressão superior ao valor para qual está tarada, durante o movimento descendente do pistão.

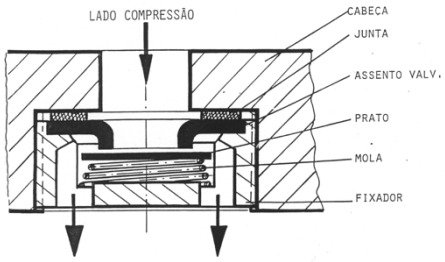


Figura 8

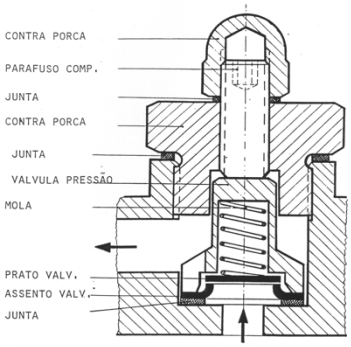


Figura 9

A **válvula de descarga** (figura 9) funciona baseada na ação duma mola que impede a saída do ar enquanto não for criada no interior da câmara de compressão uma pressão superior ao valor para qual está tarada, durante o movimento ascendente do pistão.

Esta válvula tem um parafuso de regulação da sua pressão de trabalho para afinação da mesma, que só deverá ser manuseado por um técnico especializado e testada e selada em banco de ensaios.

As **válvulas de segurança**, tal como o seu nome indica, servem para garantir que a pressão entre andares assim como a pressão final, à saída do compressor, não ultrapassem os valores especificados pelo fabricante. Na figura 10 dá-se um exemplo do funcionamento de um tipo de válvula de segurança.

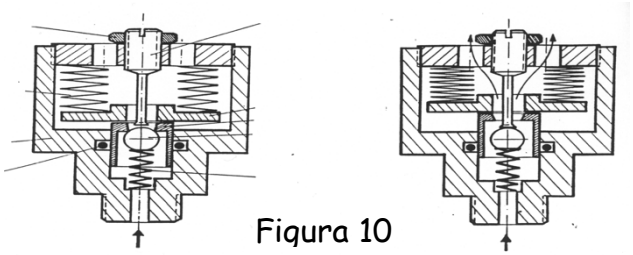


Figura 10

Analogamente à válvula de saída, também esta válvula possui um parafuso de regulação da pressão de segurança, que atua sobre uma esfera que tapa a abertura da passagem do ar para o exterior, através dos orifícios existentes na tampa da válvula. As válvulas de segurança existem para proteger a máquina de sobrecargas e o operador, no caso de qualquer avaria.

A **válvula de retenção** (figura 11), tal como o seu nome indica, serve para evitar que no caso da pressão à saída do compressor ser inferior á pressão existente na garrafa

o ar não entre no circuito do compressor protegendo principalmente o sistema filtragem

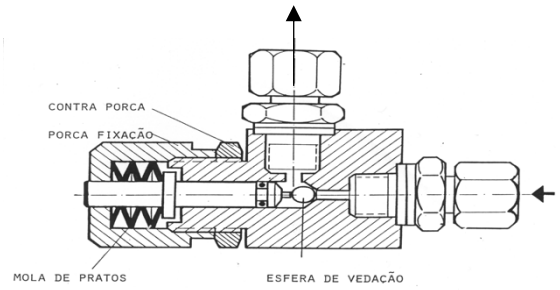


Figura 11

O sistema de segurança desta válvula possui uma esfera de retenção, acionada por uma mola de "pratos", que só abre no sentido da saída do ar do compressor impedindo desta forma que o ar passe em sentido contrário.

As **válvulas de enchimento**, vulgo **torneiras** (figura 12), estão acopladas à mangueira e respetivo dispositivo de ligação à garrafa de mergulho e permitem controlar o seu enchimento

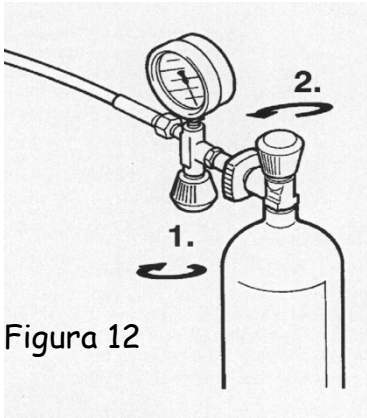


Figura 12

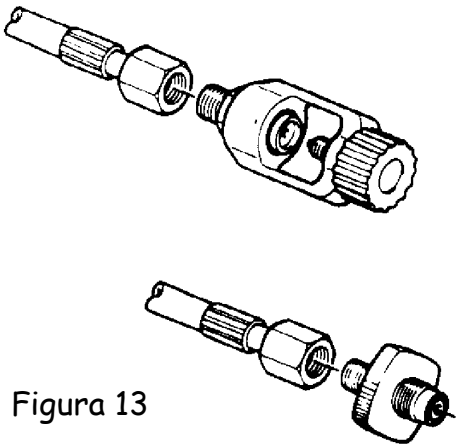


Figura 13

O dispositivo de ligação da mangueira à garrafa pode ser do sistema "Estribo" ou DIN (figura 13) sendo o sistema DIN obrigatório para pressões a partir dos 220bar. Até esta pressão podem ser utilizados os dois sistemas indistintamente.

QUESTIONÁRIO

(Envolva com um circunferência as respostas certas)

1º) Num compressor de êmbolo, a compressão é obtida através do movimento rotativo dum pistão resultante do movimento alternado duma biela:

a) verdadeiro
b) falso

2º) O barulho de "metal contra metal" que se ouve quando um compressor arranca, deve-se ao facto do pistão do último andar de compressão:

a) estar sem lubrificação
b) estar com folgas
c) ser um pistão flutuante
d) ter os segmentos partidos

3º) A lubrificação do pistão flutuante é feita por chapinhagem, ao contrário da dos restantes que é feita por injeção de óleo:

a) verdadeiro
b) falso

4º) A válvula de descarga está tarada par um valor:

a) superior ao valor da compressão no cilindro onde está instalada
b) igual ao valor da compressão no cilindro onde está instalada
c) inferior ao valor da compressão no cilindro onde está instalada
d) todas as respostas estão erradas

5º) A função das válvulas de segurança colocadas entre os vários andares de compressão e à saída do compressor é de:

.....

.....

6º) O dispositivo de ligação da mangueira à garrafa, sistema DIN, é obrigatório para pressões a partir dos:

a) 200bar
b) 220bar
c) 300bar

MÓDULO C T4

CONDENSADOS E FILTRAGEM

- separadores de condensados; tipo Vórtice, tipo filtro sinterizado, tipo injetor
- proteção do meio ambiente
- torneiras de purga; manual, automática
- filtros; pré-filtro, micro-filtro
- filtro Triplex; componentes de filtragem
- duração dos filtros
- esquema bloco de um compressor e seus principais componentes

OBJETIVOS

No final deste módulo o aluno deve saber:

- *qual a finalidade dos separadores de condensados*
- *quais os tipos de separadores de condensados utilizados*
- *como são eliminados os condensados formados*
- *quais os cuidados que devemos ter com os produtos condensados para proteger o ambiente*
- *qual a finalidade dos sistemas de filtragem*
- *quais os tipos de filtros utilizados e quais as suas funções*
- *os principais elementos que integram um compressor*

SEPARADOR DE CONDENSADOS

Ao comprimirmos o ar, surge um excesso de vapor de água pois estamos a colocar uma maior quantidade de ar num espaço mais reduzido, o que provoca a existência de uma maior quantidade de vapor de agua por unidade volumétrica (humidade relativa). As consequentes diferenças de temperatura entre os andares de compressão seguido da respetiva refrigeração entre os andares de compressão provoca a condensação desse vapor de água e o aparecimento de hidrocarbonetos gasosos (vapor de óleo).

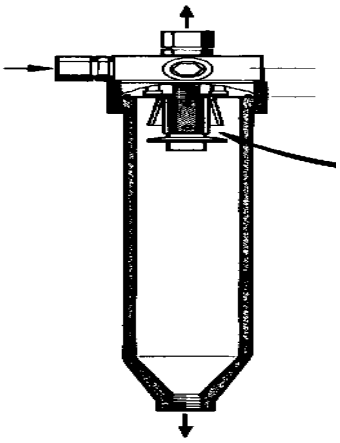


Figura 14

Para evitar que esses produtos líquidos sejam arrastados com o ar que é comprimido na garrafa de mergulho utiliza-se um dispositivo que é denominado "separador de condensados".

Este dispositivo é colocado entre os andares de compressão e tem como função a separação dos condensados (vapor de água e hidrocarbonetos gasosos) do ar

Na figura 14 está representado um separador de condensados que agrupa os **tipos Vórtice** e **filtro sinterizado.**

Existe um outro tipo de separador de condensados que é o **tipo injetor** que se pode ver na figura 20.

Para expulsão dos condensados existe um sistema de purga, automático ou manual. Este último deve ser acionado aproximadamente de 20 em 20 minutos ou em períodos mais curtos se o ar ambiente for captado em locais com muita humidade.

Na figura 15 dá-se um exemplo dum bloco de purgas do sistema automático com manípulos para operação manual de emergência.

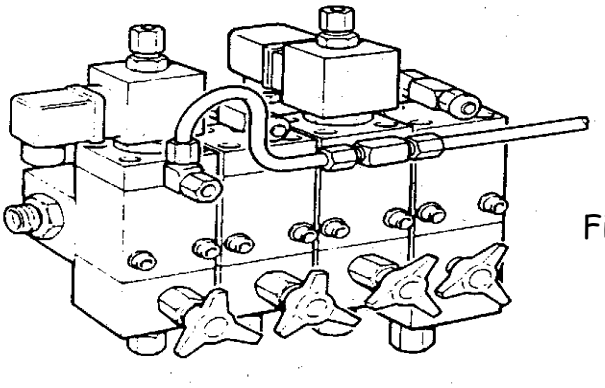
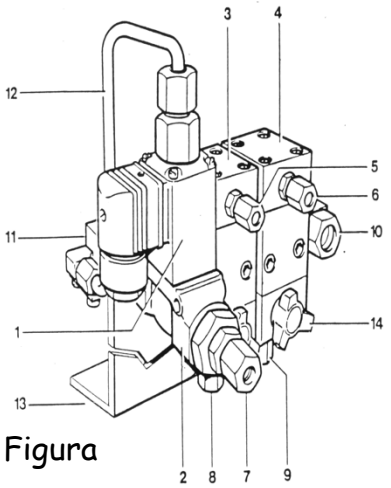


Figura 15

Na figura 16 dá-se um exemplo dum bloco de purgas do sistema automático.



Figura

1 Bobina da válvula eletromagnética (V.E.)
2 V.E. drenagem filtro intermédio 2°/3° andar
3 V.E. drenagem filtro intermédio 3°/4° andar
4 V.E. drenagem separador de óleo/água
5 Ligação do controlo do ar do 2° andar
6 Ligação do controlo de ar do 3° andar
7 Condensados do filtro intermédio 2°/3° andar
8 Condensados do filtro intermédio 3°/4° andar
9 Condensados do separador de óleo/água
10 Saída dos condensados (tubo de ligação)
11 Tubo de condensados
12 V.S. saída dos condensados
13 Suporte
14 Válvulas manuais de saída dos condensados para operação de emergência

PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Os condensados devem ser recolhidos num recipiente de plástico ao qual são ligados os tubos provenientes das torneiras de purga que não devem ser lançados indiscriminadamente no ambiente mas sim entregues a empresas especializadas no seu tratamento.

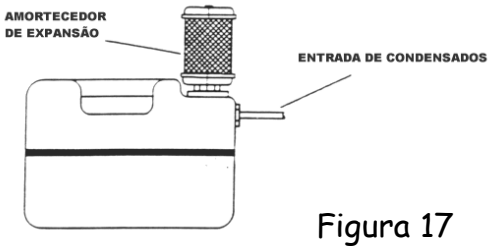


Figura 17

Há recipientes de recolha feitos especialmente para este fim (figura 17) que têm um "amortecedor de expansão" para reduzir o barulho e a expansão dos gases aquando da descarga da purga, retendo vapores residuais.
Alguns destes recipientes têm indicadores de nível possuindo um sistema sonoro de aviso para evitar que o líquido transborde, que pode ser ligado com o sistema automático de paragem do compressor.

FILTRAGEM

O ar que vai ser utilizado para respirar após a sua compressão num recipiente (a garrafa de mergulho) deve ser de alta qualidade para não provocar qualquer tipo de acidente que poderá por em risco a vida do mergulhador.

Esta alta qualidade obtém-se utilizando processos de filtragem que se destinam não só a eliminar as poeiras e gases tóxicos que porventura existam no ambiente, mas

também os componentes químicos que se formam durante o processo da compressão e mantendo o compressor de forma cuidada.

Como é óbvio estas filtragens obtêm-se utilizando filtros adequados que passamos a enumerar.

Pré-filtro

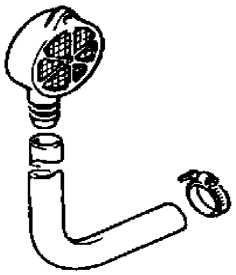


Figura 18

Este filtro (figura 18) está colocado na entrada da mangueira de admissão de ar, e serve para evitar a entrada de partículas de dimensão média.

Micro-filtro

Posicionado no corpo principal do compressor imediatamente no final da mangueira de admissão e antes do 1º andar, serve para reter as poeiras e partículas de mais pequena dimensão (figura 19)

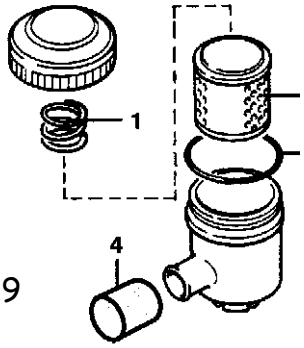


Figura 19

ATENÇÃO:
ESTES FILTROS NUNCA DEVEM SER LIMPOS COM PRODUTOS NOCIVOS PARA O APARELHO RESPIRATÓRIO. O MICRO FILTRO QUANDO SATURADO DEVE SER SUBSTITUÍDO E NUNCA LAVADO.

FILTRO TRIPLEX

Situado imediatamente antes da válvula de retenção é composto por três ou mais elementos correspondendo cada um deles a uma determinada função de filtragem:

- **Silicagel:** Retém a pouca humidade existente
- **Carvão ativado:** Absorve poluentes como por exemplo monóxido e dióxido de carbono e retêm os odores provenientes de hidrocarbonetos.
- **Feltro:** Retém as partículas sólidas que eventualmente existam no ar.

- **Composto molecular:** retém as mais pequenas partículas de humidade.

As purgas existentes permitem a eliminação do resto dos condensados no final de todo o processo de filtragem. Da mesma forma que as purgas do separador de condensados estas devem ser acionadas aproximadamente de 20 em 20 minutos.

Na figura 20 representa-se o bloco onde é instalado o filtro Triplex, ao qual está acoplado um separador de condensados do **tipo injetor**

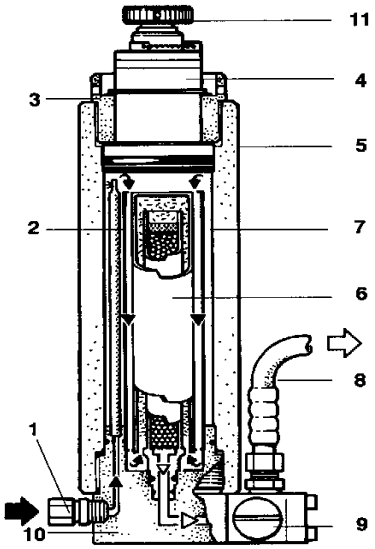


Figura 20

1. Entrada do ar a filtrar
2. Separador de condensados tipo Injetor
3. Junta
4. Válvula de segurança
5. Corpo
6. Cartucho (filtro)
7. Câmara de separação
8. Mangueira (saída de ar filtrado)
9. Válvula de não retorno
10. Base do corpo
11. Parafuso de ajuste da válvula de segurança

A vida útil do filtro é estabelecida pelo fabricante e tem relação direta com a temperatura ambiente e a humidade relativa existente no ar. A duração do filtro é função das horas de funcionamento, daí a importância da existência de um conta-horas para sabermos quando proceder à sua substituição e do estado de conservação da máquina.

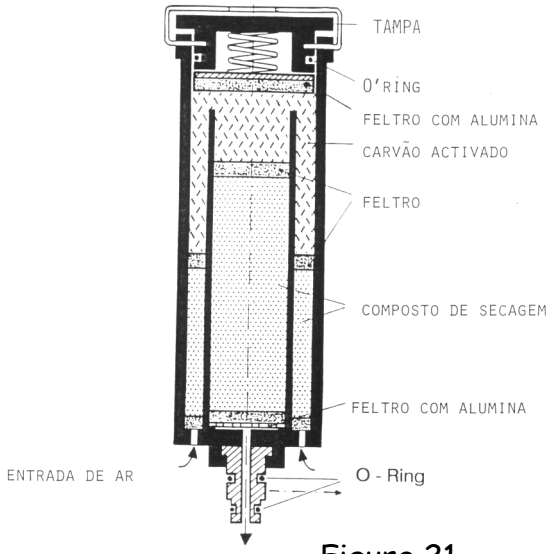


Figura 21

Na figura 21 representa-se um cartucho para filtro onde se pode ver a disposição dos vários elementos de filtragem que o constituem.

Existem sistemas de filtro em que o controlo da sua duração é feito automaticamente por um sistema com a utilização dum dispositivo eletrónico.

ESQUEMA BLOCO DE UM COMPRESSOR

Após termos falado nos componentes principais dum compressor apresentamos um esquema bloco da sua disposição (figura 21) onde são mostrados os referidos componentes e sua posição relativa ao fluxo de ar da máquina.

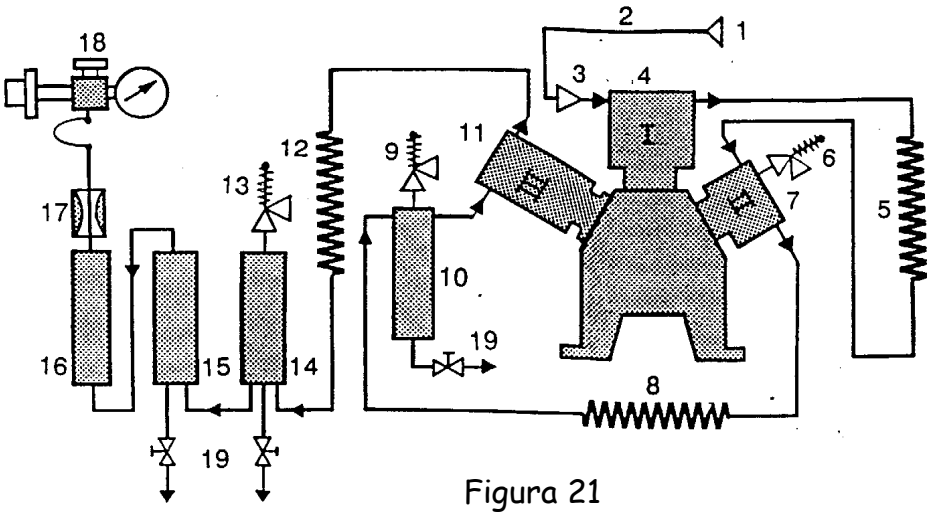


Figura 21

1 Pré filtro
2 Mangueira de admissão
3 Micro filtro
4 Primeiro andar
5 Serpentina de arrefecimento
6 Válvula de segurança

7 Segundo andar
8 Serpentina de arrefecimento
9 Válvula de segurança
10 Separador de condensados
11 Terceiro andar
12 Serpentina de arrefecimento
13 Válvula de segurança
14 Separador de condensados
15 Filtro de carvão ativado
16 Secador "Silicagel"/Composto molecular "Sieve"
17 Válvula de retenção
18 Válvula de enchimento
19 Purgas de condensados

QUESTIONÁRIO

(Envolva com um circunferência as respostas certas)

1º) Para evitar que o vapor de água resultante da compressão seja introduzido na garrafa utiliza-se entre os vários andares de compressão um dispositivo denominado:

a) retentor de humidade
b) separador de condensados
c) desumidificador de condensados
d) filtro de substâncias húmidas

2º) Os sistemas Vórtice, filtro sinterizado e injetor são utilizados na construção dos:
.....

3º) Para proteção do ambiente os condensados resultantes da operação dos compressores devem ser entregues a empresas especializadas no seu tratamento

a) verdadeiro
b) falso

4º) A filtragem do ar num compressor destina-se a:
.....
.....

5º) Alguns dos componentes dum filtro Triplex são:

a) carvão ativado
b) limalha de ferro galvanizado
c) Silicagel
d) Papel absorvente

6º) Os sistemas de purga dum compressor devem ser acionados:

a) de quarenta em quarenta minutos
b) de vinte em vinte minutos
c) de trinta em trinta minutos
d) de quinze em quinze minutos

MÓDULO C T5

INSTALAÇÃO DOS COMPRESSORES

- instalação exterior,
- instalação interior
- condições de segurança

OBJETIVOS

No final deste módulo o aluno deve saber:

- *como instalar um compressor num local exterior*
- *quais os principais cuidados a ter nessa instalação sob o ponto de vista da segurança*
- *como instalar um compressor num local interior*
- *quais os principais cuidados a ter nessa instalação sob o ponto de vista da segurança*

A INSTALAÇÃO DOS COMPRESSORES

Instalação no exterior

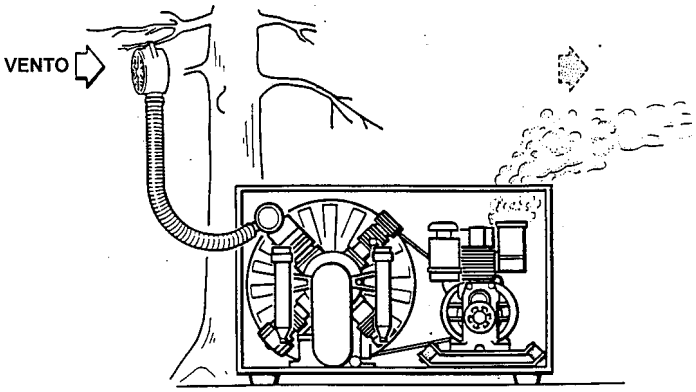


Figura 21

A instalação dum compressor no exterior (figura 21) requer alguns cuidados que a seguir são enumerados:

- O piso deverá ser, regular, consistente e em plano horizontal.
- A localização deverá ser feita, colocando a captação de ar no lado de onde vem o vento (barlavento) e o escape, no caso de unidades com motor de explosão, no lado oposto (sotavento).
- A mangueira de aspiração deverá ter 4/5 metro devendo ser colocada no mínimo a 2metro de altura ficando o pré filtro afastado do compressor pelo menos 3metro.
- Deve manter-se uma atenção permanente à mudança de direção do vento, mudando imediatamente a posição da unidade de acordo com a nova direção do vento
- Deverá certificar-se e controlar-se que não circulam veículos ou se existem outros agentes poluentes da atmosfera
- Deverá ter-se especial cuidado em não operar em zonas onde, mesmo distantes, existam queimadas ou fogueiras

Instalação no interior

A instalação dum compressor no interior (figura 22) requer alguns cuidados que a seguir são enumerados:

- O piso deverá ser, regular, consistente e em plano horizontal.
- Deverá existir no local uma boa ventilação de ar fresco (abrir janelas ou portas pode facilitar).
- O ambiente deverá ser isento de fumos ou de vapores perigosos.
- Em locais pequenos e de fraca ventilação natural deverá ser montado um sistema de ventilação forçada.
- Deverá certificar-se e controlar-se que junto da captação de ar não circulam veículos ou se existem outros agentes poluentes da atmosfera.
- Deverá ter-se em conta que a temperatura do local e da unidade não deverá ser muito superior à temperatura do ambiente

ATENÇÃO:
NUNCA INSTALAR UNIDADES COM MOTOR DE EXPLOSÃO NO INTERIOR

Na figura mostra-se um exemplo de uma instalação interior indicando-se as medidas a respeitar:

A A parte de trás do compressor deve estar a pelo menos 50cm da parede
B A parte da frente do compressor deve estar a pelo menos 75cm da parede

Estas medidas podem ser ignoradas se a localização da unidade for feita entre duas aberturas **C** e **D** cuja área é indicada em função da sua potência

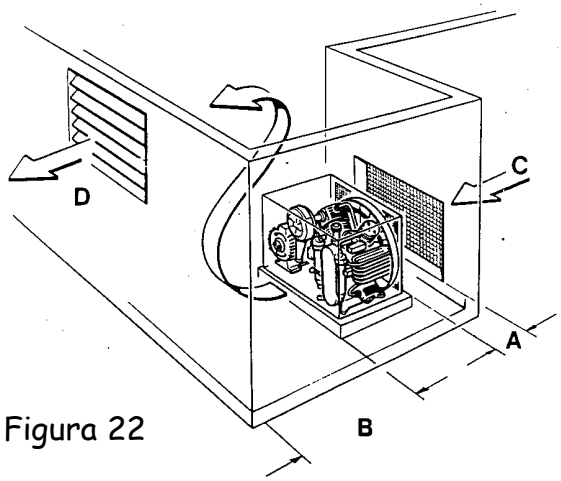


Figura 22

Potência	Área da entrada **C**	Área da saída **D**
2,2 – 4 KW	0,8m2	Mínimo 1,0m2
5,5 – 7,5 KW	1,0m2	Mínimo 1,2m2
11 – 15 KW	1,2m2	Mínimo 1,5m2

QUESTIONÁRIO

(Envolva com um circunferência as respostas certas)

1º) Enumere todos cuidados que deve ter ao instalar um compressor no exterior.
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2º) Numa instalação interior podem instalar-se unidades com motor de combustão

a) verdadeiro
b) falso

3º) Numa instalação interior devem ser respeitadas as distâncias do compressor à entrada e á saída de ar, respetivamente.

a) verdadeiro
b) falso

MÓDULO CT6

ESTAÇÕES DE ENCHIMENTO

- sem rampa de enchimento
- com rampa de enchimento
- operação de estações de enchimento
- procedimentos para o enchimento das garrafas
- consequências do arrefecimento das garrafas durante o processo de enchimento

OBJETIVOS

No final deste módulo o aluno deve saber:

- *o que é uma estação de enchimento*
- *quais os tipos de estações de enchimento*
- *qual o sistema de operar uma estação de enchimento*
- *quais os cuidados a ter na operação duma estação de enchimento*
- *qual a forma correta de encher uma garrafa*
- *quais as consequências de arrefecer uma garrafa durante o processo de enchimento*

ESTAÇÕES DE ENCHIMENTO

Sem rampa de enchimento

Uma estação de enchimento, reduz-se, na grande maioria dos casos, a um compressor com um sistema de mangueiras acoplado.

Quando falamos duma estação de enchimento não nos referimos aos compressores de pequena potência que na generalidade apenas possuem uma, e nalguns casos, duas mangueiras de enchimento, mas sim a compressores de potência mais elevadas com saídas múltiplas, instalados em locais destinados para o efeito.

Estes compressores de grande potência têm normalmente acoplado um **"painel de enchimento"** onde se encontram instaladas as torneiras e mangueiras de enchimento, às quais são ligadas diretamente as garrafas.

O ideal será fazer-se uma separação entre a unidade compressora e o referido "painel de enchimento", interligado por tubos de aço inox sem costura para alta pressão, pois o operador está afastado do barulho e do calor libertado pelo compressor, assim como os possuidores das garrafas quando se apresentam para as carregar.

Por outro lado o local de carregamento das garrafas deve ser concebido de tal maneira que em caso de explosão duma garrafa durante o seu carregamento, a área circundante seja o maior possível por forma a dissipar a onda de choque provocada pela expansão repentina do ar comprimido na garrafa.

Os "painéis de enchimento" mais recentes (figura 23) possuem saídas para 200b e para 300b sendo o dispositivo de ligação à garrafa sistema DIN, preparado para não permitir a ligação das garrafas de 200bar às saídas e 300bar.

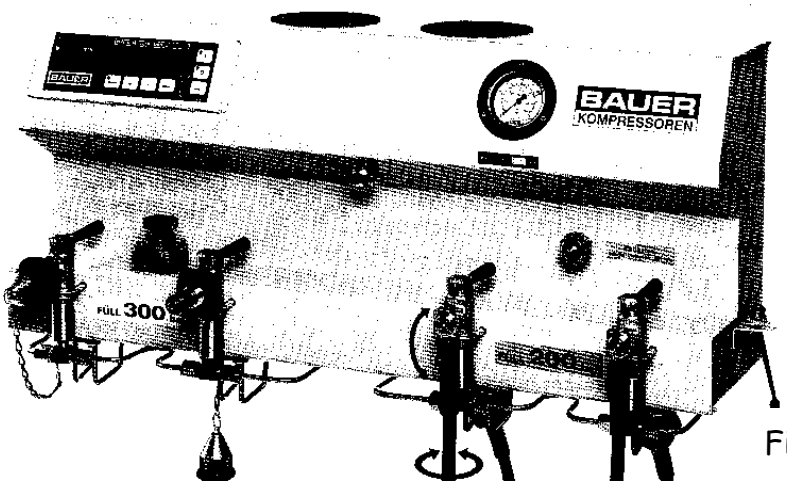


Figura 23

Com rampa de enchimento

Uma versão mais completa duma estação de enchimento inclui a chamada **"rampa de enchimento"** que não é mais do que um conjunto de garrafas de grande capacidade, normalmente de 50 a 300l, que permite o armazenamento de um grande volume de ar, permitindo assim o enchimento de várias garrafas num curto espaço de tempo.

Neste sistema o carregamento das garrafas da "rampa" pode ser feito em qualquer altura de modo a que as mesmas estejam carregadas quando for necessária sua utilização.

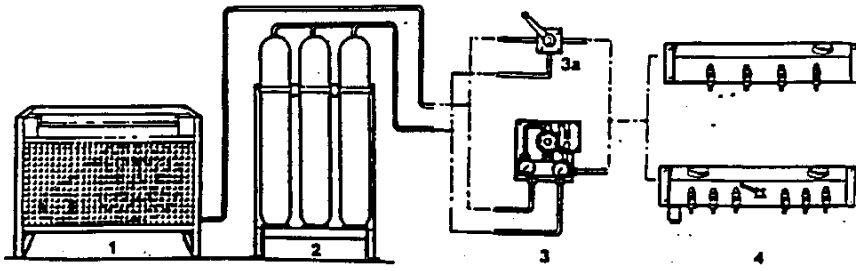


Figura 24

Na figura 24, existem duas válvulas de desvio, uma manual (3ª) e outra automática (3). A válvula de desvio automática permite a otimização da utilização da "rampa de enchimento". Este dispositivo consiste numa válvula de retenção de pressão, uma válvula de verificação e de um pressostato para ligar e desligar o compressor.

Quando a pressão do ar armazenado nas garrafas da "rampa de enchimento" está equilibrada com a das garrafas a encher, a válvula 3a pode ser operada, podendo assim ligar-se o compressor manualmente. Esta operação só é recomendada se a unidade de enchimento for operada pela mesma pessoa.

As válvulas de enchimento existentes no "painel de enchimento" têm normalmente o manípulo do "tipo alavanca" ao contrário das que se utilizam nos compressores de pequena potência que é do "tipo rotativo".

OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES DE ENCHIMENTO

O produto final duma estação de enchimento, o **AR**, deve ser da melhor qualidade devendo respeitar a norma DIN 12021 utilizada na Europa que define os vários parâmetros que caracterizam a pureza do ar.
São eles:

- Dióxido de enxofre (SO2) NP
- Monóxido de carbono (CO) < 30 ppm
- Dióxido de carbono (CO2) < 500 ppm
- Vapor de água até 200b 30mg/m3 - > 225b 50mg/m3
- Vapores de óleo < 0,3mg/m3NP
- Cheiros NP
- Hidrocarbonetos NP
- Oxigénio 21% ⊠ 0,5%

NP não presentes (valores inferiores a 0,2mg/m3)
ppm partes por milhão (gramas por tonelada) 10 ppm = 0,001%

ESTES LIMITES SÓ PODEM SER MANTIDOS COM UMA CUIDADOSA ANÁLISE PERIÓDICA DO AR À SAÍDA DO COMPRESSOR E CORRETA MANUTENÇÃO DO MESMO E DOS COMPONENTES DA ESTAÇÃO DE ENCHIMENTO.

Esta análise é feita utilizando um equipamento portátil, sobre amostras de AR recolhidas à saída do compressor, utilizando reagentes químicos adequados aos vários componentes atrás listados.

PROCEDIMENTOS PARA O ENCHIMENTO DE GARRAFAS

ATENÇÃO!
Antes de iniciar o processo de enchimento devemos verificar visualmente os seguintes pontos:

- O nível do óleo no compressor.
- Se há qualquer origem de emissão de gases nocivos provenientes de motores de combustão ou de produtos químicos existentes na proximidade.
- O revestimento das mangueiras de enchimento que deve estar em boas condições (por palpação a malha não se deve notar sob o revestimento exterior).
- Muito cuidadosamente a ligação da mangueira ao dispositivo de enchimento, verificando se a borracha está gretada ou afetada doutro modo, de forma a que permita a entrada de humidade, que poderá enferrujar a sua ligação ao dispositivo de enchimento tornando-a frágil e potencialmente perigosa.
- Se a válvula de enchimento está devidamente fechada e nunca a abrir sem estar ligada à garrafa, pois a saída de ar sob pressão fará com que a mangueira comece a chicotear, podendo atingir alguém que esteja perto.
- Verificar a data da última prova hidráulica da garrafa e o valor da pressão de serviço.

Fazes do enchimento

1º Ligar a mangueira de enchimento à garrafa com a válvula de enchimento fechada (figuras 25 e 25a).
2º Ligar o compressor e esperar que a pressão seja superior à da garrafa.
3º Abrir a válvula de enchimento (figuras 26 e 26a, procedimento 1)
4º Abrir a torneira da garrafa (figuras 26 e 26a, procedimento 2)

Ao atingir-se a pressão de serviço da garrafa

5º Desligar o compressor
6º Fechar a torneira da garrafa (figuras 27 e 27a, procedimento 1)
7º Fechar a válvula de enchimento (figuras 27 e 27a, procedimento 2)
8º Desligar a mangueira de enchimento da garrafa.

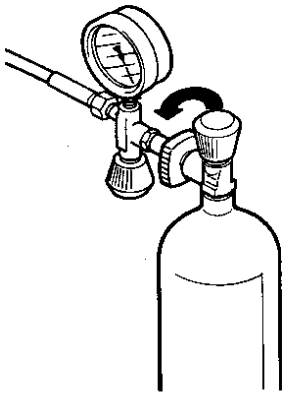


Figura 25

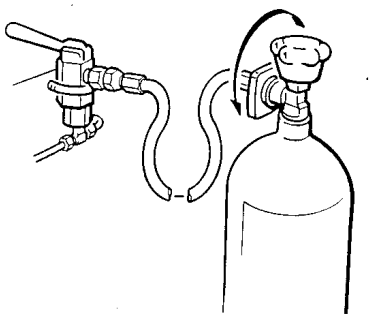


Figura 25a

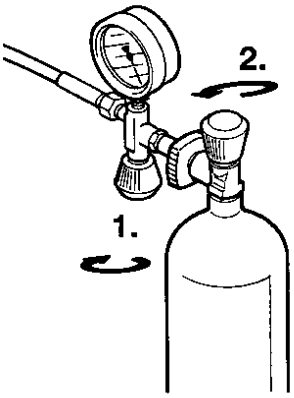


Figura 26

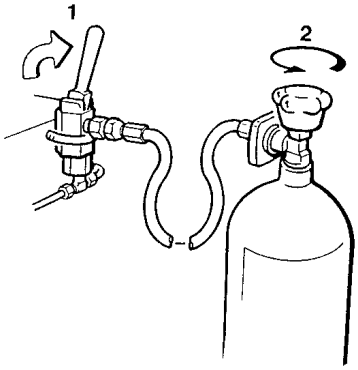


Figura 26a

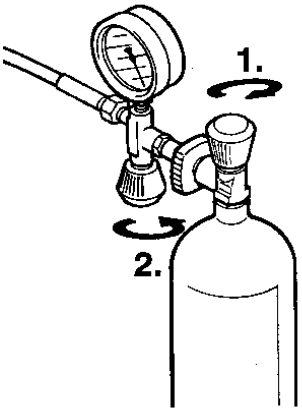


Figura 27

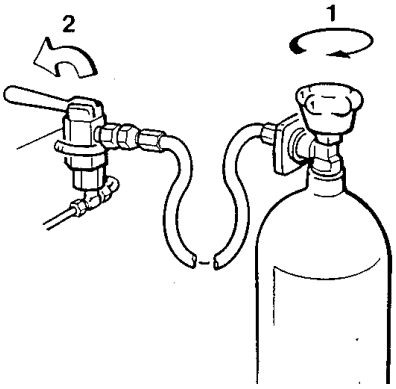
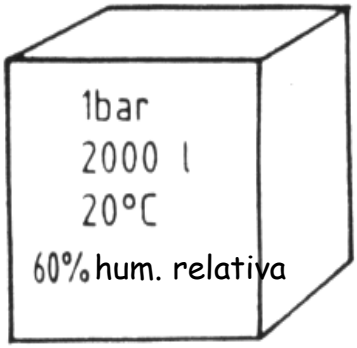


Figura 27a

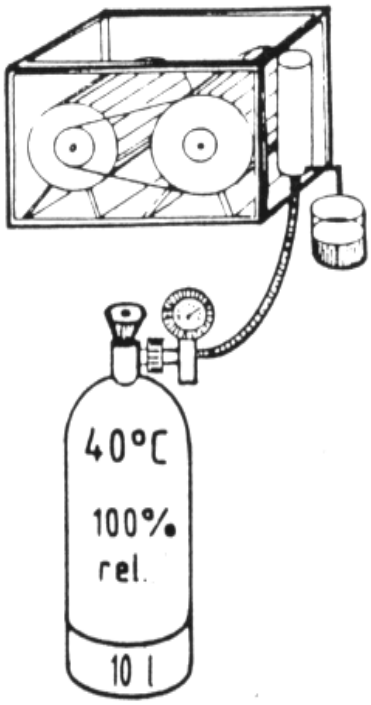
CONSEQUÊNCIAS DO ARREFECIMENTO DAS GARRAFAS DURANTE O ENCHIMENTO

Exemplo prático:



No reservatório encontram-se 2.000l de ar à temperatura de 20ºC e à pressão de 1bar, sendo a humidade relativa 60%

Nesta situação estão contidos no reservatório 20,81g de água, sob a forma de vapor de água

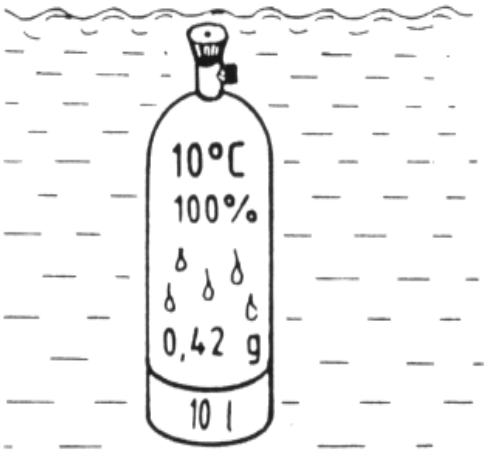


Ao comprimirmos o ar a 200b a temperatura de saída atinge cerca de 40ºC.

Como condensados, ficam retidos nos sistemas de retenção de condensados no compressor, 20,3g de água

Após a filtragem só através de carvão ativado, isto é, sem secagem, o ar no interior da garrafa contém 100% de humidade relativa.

A quantidade de vapor de água existente na garrafa é 0, 51g



Se arrefecermos a garrafa em água fria a 10ºC, a humidade na garrafa continua a ser 100% mas nestas condições apenas 0,1g de água ficam sob a forma de vapor de água,

OS RESTANTES 0,41g FICAM CONDENSADOS NA GARRAFA SOB A FORMA DE ÁGUA, QUE IRÁ CONTRIBUIR, AO FIM DE SUCESSIVOS ENCHIMENTOS, PARA QUE O INTERIOR DA GARRAFA ENFERRUJE RAPIDAMENTE.

QUESTIONÁRIO

(Envolva com um circunferência as respostas certas)

1º) Numa estação de enchimento, o ideal será fazer-se uma separação entre a unidade compressora e o "painel de enchimento".

a) verdadeiro
b) falso

2º) O que entende por "rampa de enchimento" ?

.....
.....
.....

3º) Como se consegue obter a melhor qualidade do ar fornecido por uma estação de enchimento, de modo a respeitar a norma europeia, DIN 12021?

.....
.....

4º) Antes de se iniciar o processo de enchimento devem verificar-se os seguintes pontos:

a) o nível de óleo do compressor
b) se existem motores de combustão interna a trabalhar nas proximidades da admissão de ar do compressor
c) a data da prova hidráulica da garrafa
d) todas as respostas estão certas

5º) Diga porque não se devem arrefecer as garrafas de mergulho durante o processo de enchimento.

.....
.....
.....
.....